

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 1 L 27/148		H 0 4 N 1/028	Z 4 M 1 1 8
H 0 4 N 1/028		5/335	U 5 C 0 2 4
5/335			F 5 C 0 5 1
		H 0 1 L 27/14	B
審査請求 未請求 請求項の数10 O L （全 8 頁）			

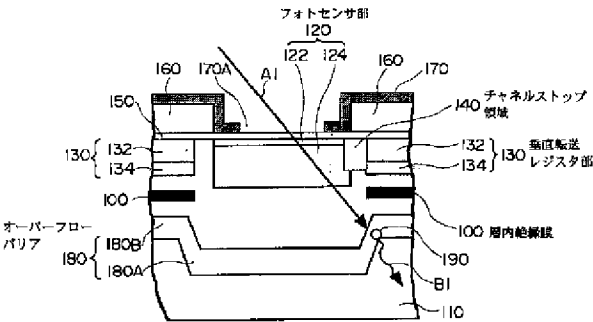
(21)出願番号	特願2001－21172(P2001－21172)	(71)出願人	000002185 ソニー株式会社 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号
(22)出願日	平成13年 1 月30日 (2001. 1. 30)	(72)発明者	小松 英治 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号 ソニ ー株式会社内
		(74)代理人	100089875 弁理士 野田 茂
		Fターム(参考)	4M118 AA05 AB01 BA13 EA20 FA06 FA13 FA28 5C024 CX00 CX13 CY47 GX02 5C051 AA01 BA02 DA03 DB01 DB04 DB05 DB18 DC02

(54)【発明の名称】 固体撮像素子及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】 隣接するフォトセンサ部の間の信号電荷の移動を制限し、混色やスミア等を防止する。

【解決手段】 半導体基板110の中層に各フォトセンサ部120の下層領域を包囲する環状の層内絶縁膜100を設けることにより、オーバーフローバリア180の位置を各フォトセンサ部120の下層領域では深く、その周囲の領域では浅く形成した。このオーバーフローバリア180の浅くなった領域が横方向バリア180Bとして機能し、例えばフォトセンサ部120に斜めに入射した光は、横方向バリア180Bを下層方向に超えた位置で光電変換されることになり、半導体基板110のさらに下層に掃き出される。これにより、隣接画素への電荷の移動を防止する。また、各フォトセンサ部120の下層領域では、深いオーバーフローバリア180で十分な感度を得る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板の上層部にそれぞれ撮像素子を構成する複数のフォトセンサ部と、各フォトセンサ部に蓄積した信号電荷を転送する転送レジスタ部とを設け、前記半導体基板の深層部に各フォトセンサ部の信号電荷を保持するためのオーバーフローバリアを設けた固体撮像素子において、

前記半導体基板中の隣接するフォトセンサ部の境界領域に前記オーバーフローバリアが形成される深さ位置を制御するバリア形成位置制御膜を設け、前記バリア形成位置制御膜によってフォトセンサ部の境界領域におけるオーバーフローバリアの深さ位置を制御することにより、前記フォトセンサ部の下層領域におけるオーバーフローバリアより浅い位置に、前記隣接するフォトセンサ部の間の信号電荷の移動を防止する横方向バリアを設けた、ことを特徴とする固体撮像素子。

【請求項2】 前記バリア形成位置制御膜は絶縁膜であることを特徴とする請求項1記載の固体撮像素子。

【請求項3】 前記バリア形成位置制御膜は、前記フォトセンサ部の下層領域におけるオーバーフローバリアより浅い位置に形成され、前記横方向バリアは前記バリア形成位置制御膜と前記フォトセンサ部の下層領域におけるオーバーフローバリアとの中間の深さ位置に形成されていることを特徴とする請求項1記載の固体撮像素子。

【請求項4】 前記バリア形成位置制御膜は、前記フォトセンサ部の下層領域におけるオーバーフローバリアより浅い位置から深い位置に至る膜厚を有し、前記横方向バリアは前記バリア形成位置制御膜の上層に形成されていることを特徴とする請求項1記載の固体撮像素子。

【請求項5】 半導体基板の上層部にそれぞれ撮像素子を構成する複数のフォトセンサ部と、各フォトセンサ部に蓄積した信号電荷を転送する転送レジスタ部とを設け、前記半導体基板の深層部に各フォトセンサ部の信号電荷を保持するためのオーバーフローバリアを設けた固体撮像素子の製造方法において、

前記半導体基板中の隣接するフォトセンサ部の境界領域に前記オーバーフローバリアが形成される深さ位置を制御するバリア形成位置制御膜を形成した後、前記オーバーフローバリアを形成することにより、前記バリア形成位置制御膜によってフォトセンサ部の境界領域におけるオーバーフローバリアの深さ位置を制御し、前記フォトセンサ部の下層領域におけるオーバーフローバリアより浅い位置に、前記隣接するフォトセンサ部の間の信号電荷の移動を防止する横方向バリアを形成する、ことを特徴とする固体撮像素子の製造方法。

【請求項6】 前記バリア形成位置制御膜は絶縁膜であることを特徴とする請求項5記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項7】 前記絶縁膜は、下層の半導体基板の上面

に前記絶縁膜を形成した後、上層の半導体基板を貼り合わせるにより形成することを特徴とする請求項6記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項8】 前記絶縁膜は、半導体基板に所定のイオンを打ち込み、その後、加熱することによって形成することを特徴とする請求項6記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項9】 前記バリア形成位置制御膜は、前記フォトセンサ部の下層領域におけるオーバーフローバリアより浅い位置に形成し、前記横方向バリアは前記バリア形成位置制御膜と前記フォトセンサ部の下層領域におけるオーバーフローバリアとの中間の深さ位置に形成することを特徴とする請求項5記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項10】 前記バリア形成位置制御膜は、前記フォトセンサ部の下層領域におけるオーバーフローバリアより浅い位置から深い位置に至る膜厚に形成し、前記横方向バリアは前記バリア形成位置制御膜の上層に形成することを特徴とする請求項5記載の固体撮像素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、フォトセンサ部の下層にオーバーフローバリアを設けた固体撮像素子及びその製造方法に関し、特に感度向上のためにオーバーフローバリアを基板方向に深い位置に形成した固体撮像素子やフォトセンサ部の単位長を縮小した固体撮像素子に適用して有効なものに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、例えば図8に示すような構造の固体撮像素子が知られている。この固体撮像素子は、半導体基板（N型シリコン基板）10に光電変換を行なうフォトセンサ部20と、このフォトセンサ部20に蓄積された信号電荷を垂直方向に転送する垂直転送レジスタ部30を設けたものである。フォトセンサ部20は、受光面となる表面P+層22の下層に光電変換部となるN+層24を設けたものであり、半導体基板10に縦横のマトリクス状に多数配列され、それぞれ撮像素子を構成している。また、垂直転送レジスタ部30は、上層のN型ウエル層32と下層のP型ウエル層34で電荷転送部を構成したものである。なお、フォトセンサ部20と垂直転送レジスタ部30との間には、フォトセンサ部20に蓄積された信号電荷を垂直転送レジスタ部30の各転送ゲートに読み出すための不図示の読み出しゲート部が設けられている。

【0003】 また、この垂直転送レジスタ部30によって転送された信号電荷は、さらに不図示の水平転送レジスタ部によって水平方向に転送され、不図示の電荷検出部を介して撮像信号に変換されて出力される。また、各フォトセンサ部20の間には、各フォトセンサ部20を

水平転送方向に分離して信号電荷の漏洩を防止するP型層よりなるチャンネルストップ領域40が設けられている。また、半導体基板10上には、絶縁膜50を介して垂直転送レジスタ部30の転送電極60が設けられ、また、その上層に遮光膜70が設けられている。この遮光膜70に形成された開口部70Aよりフォトセンサ部20の受光面に光が入射する。また、半導体基板10の下層には、フォトセンサ部20に一定量の電荷を蓄積するため、オーバーフローバリア80が設けられている。

【0004】そして、この種の固体撮像素子においては、フォトセンサ部20の感度向上を図るべく、オーバーフローバリア80の位置を基板方向に深い位置に形成する方法を採用している。すなわち、オーバーフローバリア80を基板方向に深い位置に形成することで、より大きい電荷を半導体基板10の深い位置で蓄積できるようにし、受光量の上昇に対応できるようにしたものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述のようにオーバーフローバリアを半導体基板の深い位置に形成した場合、フォトセンサ部の信号電荷が半導体基板の深い位置に蓄積されるため、その一部が隣接するフォトセンサ部にまで移動することになる。以下、その原理を図8により説明すると、例えば矢印A2で示すようにフォトセンサ部20に斜めに入射した光による信号電荷90は、オーバーフローバリアが浅ければ、このオーバーフローバリアを超えた位置で光電変換されることになり、半導体基板10のさらに下層に掃き出されることになる。

【0006】しかし、上述のようにオーバーフローバリア80が全体的に基板10の深い位置に形成されているため、信号電荷90は、このオーバーフローバリア80よりやや浅い位置で光電変換されることになり、オーバーフローバリア80を超えることなく、オーバーフローバリア80よりやや浅い位置に蓄積される。したがって、このような信号電荷90の一部は、図8の矢印B2に示すように、隣接する画素方向に移動することもでき、この隣接画素に移動した信号電荷90によって、カラー撮像素子の場合には、いわゆる混色が発生し、画質劣化を招くという問題がある。また、フォトセンサ部の単位長を縮小した場合にも、相対的にオーバーフローバリアの位置が深くなったのと同等の関係となり、混色が発生し、画質劣化を招くことになる。

【0007】そこで、このような問題を解決するために、水平、垂直の画素分離部に上述したオーバーフローバリアとは別の工程によって横方向のバリアを形成するイオン打ち込みを行なうことも可能である。しかしながら、このように半導体基板の深い部分にまで連続したバリアを形成するには、イオンを打ち込むエネルギーを数回に分けて行なう必要があり、打ち込みエネルギーとイオン

濃度との最適な解を求めるのが困難である。また、画素分離部のバリアを形成できる打ち込みエネルギーには上限があり、混色等を十分に抑えるのは困難となっていた。

【0008】そこで本発明の目的は、各フォトセンサ部に蓄積した信号電荷の隣接画素への漏洩を阻止し、混色等の画質劣化を防止することが可能な固体撮像素子及びその製造方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は前記目的を達成するため、半導体基板の上層部にそれぞれ撮像素素を構成する複数のフォトセンサ部と、各フォトセンサ部に蓄積した信号電荷を転送する転送レジスタ部とを設け、前記半導体基板の深層部に各フォトセンサ部の信号電荷を保持するためのオーバーフローバリアを設けた固体撮像素子において、前記半導体基板中の隣接するフォトセンサ部の境界領域に前記オーバーフローバリアが形成される深さ位置を制御するバリア形成位置制御膜を設け、前記バリア形成位置制御膜によってフォトセンサ部の境界領域におけるオーバーフローバリアの深さ位置を制御することにより、前記フォトセンサ部の下層領域におけるオーバーフローバリアより浅い位置に、前記隣接するフォトセンサ部の間の信号電荷の移動を防止する横方向バリアを設けたことを特徴とする。

【0010】また本発明は、半導体基板の上層部にそれぞれ撮像素素を構成する複数のフォトセンサ部と、各フォトセンサ部に蓄積した信号電荷を転送する転送レジスタ部とを設け、前記半導体基板の深層部に各フォトセンサ部の信号電荷を保持するためのオーバーフローバリアを設けた固体撮像素子の製造方法において、前記半導体基板中の隣接するフォトセンサ部の境界領域に前記オーバーフローバリアが形成される深さ位置を制御するバリア形成位置制御膜を形成した後、前記オーバーフローバリアを形成することにより、前記バリア形成位置制御膜によってフォトセンサ部の境界領域におけるオーバーフローバリアの深さ位置を制御し、前記フォトセンサ部の下層領域におけるオーバーフローバリアより浅い位置に、前記隣接するフォトセンサ部の間の信号電荷の移動を防止する横方向バリアを形成することを特徴とする。

【0011】本発明による固体撮像素子では、半導体基板中に設けたバリア形成位置制御膜によってフォトセンサ部の境界領域におけるオーバーフローバリアの深さ位置を制御することにより、フォトセンサ部の下層領域におけるオーバーフローバリアより浅い位置に、隣接するフォトセンサ部の間の信号電荷の移動を防止する横方向バリアを設けたことから、この横方向バリアによってフォトセンサ部の間の信号電荷の移動が防止される。したがって、感度向上のためにフォトセンサ部の下層のオーバーフローバリアを深い位置に形成した場合でも、フォトセンサ部間の電荷移動による混色やフォトセンサ部から転送レジスタ部への電荷移動による偽信号（スミア）

等を有効に防止でき、画質の向上を図ることが可能となる。また、バリア形成位置制御膜として絶縁膜を用いることにより、電子シャッタを動作させた際の転送レジスタ部の容量変動も抑制することができ、ダイナミックレンジの確保にも有効である。

【0012】また、本発明による固体撮像素子の製造方法では、半導体基板中に設けたバリア形成位置制御膜によってフォトセンサ部の境界領域におけるオーバーフローバリアの深さ位置を制御することにより、フォトセンサ部の下層領域におけるオーバーフローバリアより浅い位置に、隣接するフォトセンサ部の間の信号電荷の移動を防止する横方向バリアを形成することから、従来のように深い位置に横方向バリアを形成することなく、容易に横方向バリアを形成して、フォトセンサ部の間の信号電荷の移動を防止できる。したがって、感度向上のためにフォトセンサ部の下層のオーバーフローバリアを深い位置に形成した場合でも、製造工程の煩雑化を招くことなく、混色やスミア等を有効に防止でき、画質の向上を図ることが可能となる。また、バリア形成位置制御膜として絶縁膜を用いることにより、電子シャッタを動作させた際の転送レジスタ部の容量変動も抑制することができ、ダイナミックレンジの確保にも有効である。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明による固体撮像素子及びその製造方法の実施の形態について説明する。なお、以下に説明する実施の形態は、本発明の好適な具体例であり、技術的に好ましい種々の限定が付されているが、本発明の範囲は、以下の説明において、特に本発明を限定する旨の記載がない限り、これらの態様に限定されないものとする。

【0014】図1は、本発明の第1の実施の形態による固体撮像素子の構造を示す部分断面図である。本発明の第1の実施の形態による固体撮像素子は、上述のような隣接画素への信号電荷の移動を防止するために、半導体基板110の内部のオーバーフローバリア180より浅い位置に、各フォトセンサ部120の下層領域を包囲する環状の層内絶縁膜（バリア形成位置制御膜）100を設けることにより、オーバーフローバリア180の位置を各フォトセンサ部120の下層領域では深く、その周囲の領域では浅く形成したものである。すなわち、層内絶縁膜100は、固体撮像素子の画素分離領域（各画素の境界領域）、例えば垂直転送方向の各画素間に位置する画素分離領域、水平転送方向の各画素間に位置する読み出しゲート部、垂直転送レジスタ部、チャネルストップ領域等に沿って設けられたものであり、オーバーフローバリア180を形成する際のイオン打ち込みを画素分離領域で部分的に阻害し、上述のような段差を有するオーバーフローバリア180を形成するものである。

【0015】そして、このような段差を有するオーバーフローバリア180を設けることにより、例えば矢印A

1で示すようにフォトセンサ部120に斜めに入射した光による信号電荷190は、オーバーフローバリア180の浅くなった領域（横方向バリア）180Bを下層方向に超えた位置で光電変換されることになり、矢印B1に示すように、半導体基板110のさらに下層に掃き出されることになる。これにより、信号電荷190は隣接画素に移動することなく排出されことから、混色等の画質劣化を防止できる。すなわち、本例においては、オーバーフローバリア180の浅くなった領域180Bが横方向バリアである。また、各フォトセンサ部120の下層領域では、オーバーフローバリア180の深くなった領域180Aによって十分な量の信号電荷を蓄積でき、受光量の増大に対して感度の向上を図ることが可能となる。

【0016】以下、図1に示す固体撮像素子の各構成を順に説明する。この固体撮像素子は、半導体基板（N型シリコン基板）110に光電変換を行なうフォトセンサ部120と、このフォトセンサ部120に蓄積された信号電荷を垂直方向に転送する垂直転送レジスタ部130を設けたものである。フォトセンサ部120は、受光面となる表面P+層122の下層に光電変換部となるN+層124を設けたものであり、半導体基板110に縦横のマトリクス状に配列され、それぞれ撮像素子を構成している。また、垂直転送レジスタ部130は、上層のN型ウエル層132と下層のP型ウエル層134で電荷転送部を構成したものである。なお、この垂直転送レジスタ部130によって転送された信号電荷は、さらに不図示の水平転送レジスタ部によって水平方向に転送され、不図示の電荷検出部を介して撮像信号に変換されて出力される。

【0017】また、各フォトセンサ部120の間には、各フォトセンサ部120を水平転送方向に分離して信号電荷の漏洩を防止するP型層よりなるチャネルストップ領域140が設けられている。また、半導体基板110上には、絶縁膜150を介して垂直転送レジスタ部130の転送電極160が設けられ、また、その上層に遮光膜170が設けられている。この遮光膜170に形成された開口部170Aよりフォトセンサ部120の受光面に光が入射する。そして、半導体基板110の中層には、上述した層内絶縁膜100が設けられている。この層内絶縁膜100は、例えばシリコン酸化膜等によって形成されたものであり、その形成方法は後述する。なお、図1では、垂直転送レジスタ部130の下層にだけ層内絶縁膜100の断面を示しているが、この層内絶縁膜100は各フォトセンサ部120の下層領域を包囲する環状のものであり、縦横に交差した格子状に形成されているものである。さらに、半導体基板110の下層には、上述したオーバーフローバリア180が設けられている。このオーバーフローバリア180は、上述のような層内絶縁膜100の形成後にイオン打ち込み等によっ

て形成される。そして、層内絶縁膜100を設けたことで、イオンが打ち込まれる深さが変化し、各フォトセンサ部120の下層領域に対応する深い領域180Aと、層内絶縁膜100に対応する浅い領域180Bとを有するものとなっている。

【0018】次に図1に示す固体撮像素子の具体的な製造方法について説明する。図2～図4は、この製造方法に基づく各製造工程を説明する断面図である。まず、図2(A)に示すように、上述した層内絶縁膜100を中層に設けた半導体基板110に対し、例えばボロンイオン(B⁺)を打ち込み、オーバーフローバリア180を形成する。この際、層内絶縁膜100を設けた領域では、ボロンイオンの打ち込みが層内絶縁膜100による抵抗を受ける結果、図2(B)に示すように、各フォトセンサ部120の下層領域に対応する深い領域180Aと、層内絶縁膜100に対応する浅い領域180Bが形成される。次に、従来と同様の工程によって、半導体基板110の上層に垂直転送レジスタ部130、チャンネルストップ領域140を順次形成し(図3(C))、次いで半導体基板110の上面に絶縁膜150、転送電極160を順次形成していく(図3(D))。この後、半導体基板110の上層に絶縁膜150を介してフォトセンサ部120を形成し(図4(E))、次いで、遮光膜170を形成することにより(図4(F))、図1に示すような層構造を得る。

【0019】次に、上述した層内絶縁膜100の第1の形成方法について説明する。図5は、この第1の形成方法に基づく各製造工程を説明する断面図である。この第1の形成方法は、2枚の半導体基板を貼り合わせる方法であり、まず、図5(A)においては、下層の半導体基板110Aの上面にフォトレジスト210をパターンニングし、図5(B)において、絶縁膜の形成領域をエッチングによって除去し、凹部112を形成する。そして、図5(C)に示すように、例えばSiO₂等の絶縁材料100Aを凹部112が完全に埋まる膜厚に形成し、次いで図5(D)に示すように、全面エッチバックし、所望の膜厚の絶縁膜100を形成する。この後、図5(E)に示すように、上層の半導体基板110Bを貼り合わせることで、層内絶縁膜100を中層に設けた半導体基板110を得る。

【0020】次に、上述した層内絶縁膜100の第2の形成方法について説明する。図6は、この第2の形成方法に基づく各製造工程を説明する断面図である。この第2の形成方法は、半導体基板110の中層にイオンの打ち込み処理と加熱処理によって層内絶縁膜100を形成する方法であり、まず、図6(A)においては、半導体基板110上にフォトレジスト220をパターンニングし、その上から酸素イオン(O⁻)を打ち込む。この打ち込んだ直後の状態では、図6(B)に示すように、酸素イオン領域230は半導体基板110の板面方向及び

板厚方向に拡がった状態となっているが、高温で加熱処理することにより、図6(C)に示すように、濃度の高い領域に酸素イオンが移動していき、加熱後は図示のような層内絶縁膜100として形成される。

【0021】次に、本発明の第2の実施の形態について説明する。図7は、本発明の第2の実施の形態による固体撮像素子の構造を示す部分断面図である。なお、図1と共通の構成については同一符号を付して説明する。この固体撮像素子は、上述した第1の実施の形態による方法を拡張したものであり、図示のように、フォトセンサ部120の下層領域におけるオーバーフローバリア240より浅い位置から深い位置に至る膜厚を有する層内絶縁膜(バリア形成位置制御膜)100Bを設け、この層内絶縁膜100Bの上層に横方向バリア250を設けたものである。すなわち本例では、層内絶縁膜100Bの膜厚を大きくし、フォトセンサ部120の下層領域におけるオーバーフローバリア240を包囲する状態で形成し、各画素間を電氣的に分離するとともに、この層内絶縁膜100Bの上層にオーバーフローバリア240から分離した横方向バリア250を設けたものである。

【0022】本例は、特にオーバーフローバリア240の形成後に、さらにN型基板をエピタキシャル成長させることにより、オーバーフローバリア240をより深い位置に形成する場合に有効である。そして、このエピタキシャル成長による基板形成後に、部分的なイオンの打ち込みを行なうことにより、層内絶縁膜100Bと基板表面や転送レジスタ部130の間に横方向バリア250を形成する。この方法では、従来の深い位置に横方向バリアを形成する場合に比べて、浅い横方向バリア250を形成すればよく、また、層内絶縁膜100Bによってバリアの形成位置が制御されることから、イオン打ち込み作業の制御等も容易に行なえ、従来にない利点を得ることができるものである。

【0023】なお、以上の各実施の形態では、バリア形成位置制御膜として信号電荷の転送レジスタ部と下層の基板との間に絶縁膜を設けたことから、上述した混色やスミア等を防止する効果に加え、電子シャッタを動作させた際の転送レジスタ部の容量変動も抑制することができ、ダイナミックレンジの確保にも有効である。

【0024】

【発明の効果】以上説明したように本発明の固体撮像素子では、半導体基板中に設けたバリア形成位置制御膜によってフォトセンサ部の境界領域におけるオーバーフローバリアの深さ位置を制御することにより、フォトセンサ部の下層領域におけるオーバーフローバリアより浅い位置に、隣接するフォトセンサ部の間の信号電荷の移動を防止する横方向バリアを設けた。したがって、この横方向バリアによってフォトセンサ部の間の信号電荷の移動が防止できるので混色を有効に防止でき、また、フォトセンサ部の深い部分を経由して発生するスミアを有効

に防止でき、画質の向上を図ることができる。

【0025】また、本発明による固体撮像素子の製造方法では、半導体基板中に設けたバリア形成位置制御膜によってフォトセンサ部の境界領域におけるオーバーフローバリアの深さ位置を制御することにより、フォトセンサ部の下層領域におけるオーバーフローバリアより浅い位置に、隣接するフォトセンサ部の間の信号電荷の移動を防止する横方向バリアを形成するようにした。したがって、従来のように深い位置に横方向バリアを形成することなく、容易に横方向バリアを形成して、フォトセンサ部の間の信号電荷の移動を防止できるので、製造工程の煩雑化を招くことなく、混色やスミアを有効に防止でき、画質の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態による固体撮像素子の構造を示す部分断面図である。

【図2】図1に示す固体撮像素子の製造工程を示す断面図である。

【図3】図1に示す固体撮像素子の製造工程を示す断面図である。

【図4】図1に示す固体撮像素子の製造工程を示す断面

図である。

【図5】図1に示す固体撮像素子におけるバリア形成位置制御用の層内絶縁膜の第1の形成工程を示す断面図である。

【図6】図1に示す固体撮像素子におけるバリア形成位置制御用の層内絶縁膜の第2の形成工程を示す断面図である。

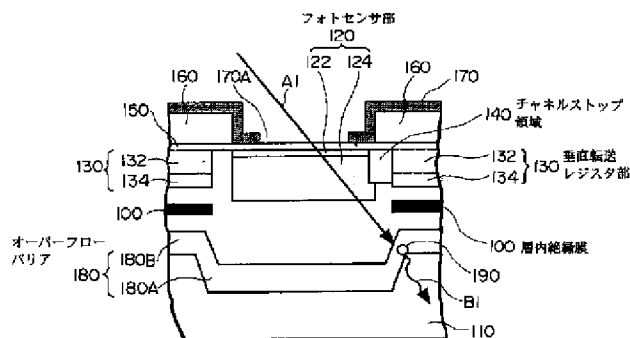
【図7】本発明の第2の実施の形態による固体撮像素子の構造を示す部分断面図である。

【図8】従来の固体撮像素子の構造を示す部分断面図である。

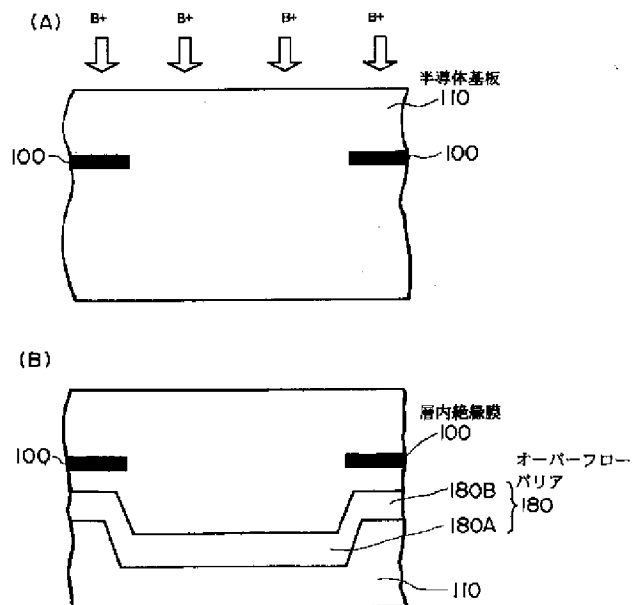
【符号の説明】

100……層内絶縁膜、110……半導体基板、120……フォトセンサ部、122……表面P+層、124……N+層、130……垂直転送レジスタ部、132……N型ウエル層、134……P型ウエル層、140……チャネルストップ領域、150……絶縁膜、160……転送電極、170……遮光膜、170A……開口部、180、180A、240……オーバーフローバリア、180B、250……横方向バリア。

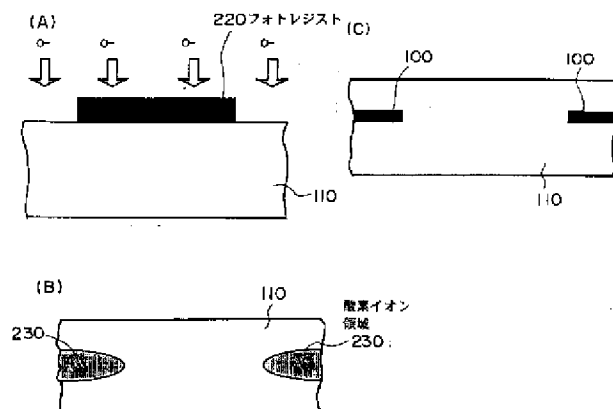
【図1】



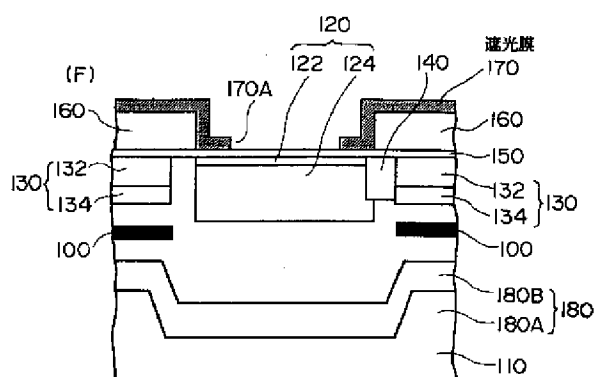
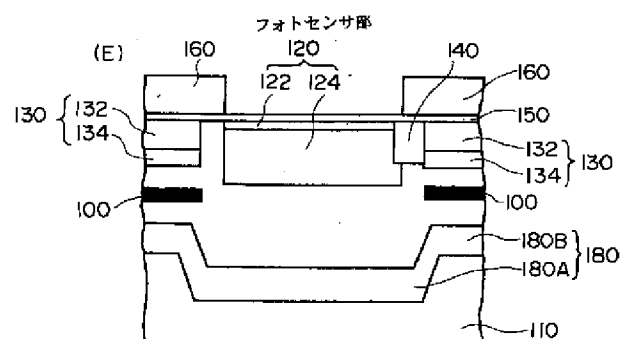
【図2】



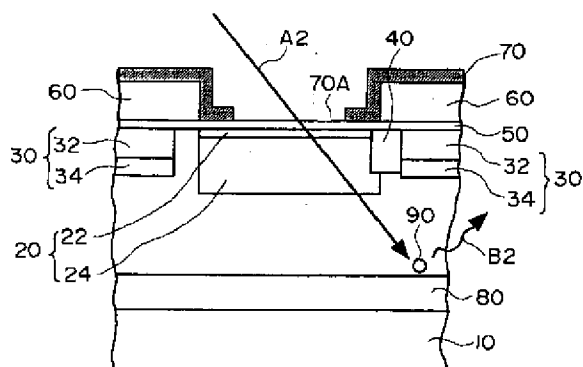
【図6】



【図 4】



【图 8】



【図5】

